



ALESSANDER LOPES CAETANO

**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS EXTREMAS PARA
REGIÃO DE INCONFIDENTES - MG**

INCONFIDENTES - MG

2017

ALESSANDER LOPES CAETANO

**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS EXTREMAS PARA
REGIÃO DE INCONFIDENTES - MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito de
aprovação no curso de Graduação
Tecnológica em Gestão Ambiental no
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Sul de Minas Gerais –
*Campus Inconfidentes.***

Orientador: Fernando da Silva Barbosa

INCONFIDENTES-MG

2017

ALESSANDER LOPES CAETANO

**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS EXTREMAS PARA
REGIÃO DE INCONFIDENTES – MG**

Data de aprovação: ____ de _____ 2017

Orientador: Prof. Dr. Fernando da Silva Barbosa
IFSULDEMINAS- *Campus* Inconfidentes

Prof. Dr. Jamil de Morais Pereira
IFSULDEMINAS- *Campus* Inconfidentes

Prof. Dr. Ademir José Pereira
IFSULDEMINAS- *Campus* Inconfidentes

Agradecimentos

Agradeço a Deus e seu filho Jesus Cristo pela força, maturidade, por todas as graças e pelo grande potencial que me deu ao longo de toda vida.

Agradeço a minha mamãe M. Bernadete G. L. Caetano pela dedicação em todas as etapas da minha vida e por estar comigo.

Agradeço ao meu pai João Vinicius.

Agradeço aos meus tios Maria das Graças Lopes (Daia), Delfim, Obede e Acer por todo apoio e base.

Agradeço aos amigos Caio Barbosa, Charles, Denis, Edgar (nego), Eliel, Lucas, Nadi e a Natasha que sempre estiveram comigo e pelas altas risadas que sempre me distraíram e me motivou a ser eu mesmo.

Agradeço aos colegas de sala, Jaqueline, Leonardo, Larissa e Lethícia e aos demais pelo companheirismo.

Agradeço ao Professor Doutor Fernando por todo apoio e compreensão.

Agradeço aos demais professores por dividir seus conhecimentos comigo.

Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento;

Pois a sabedoria é mais proveitosa do que a prata e rende mais do que o ouro.

Provérbios 3:13,14

Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente descansará.

Salmos 91:1

Vinde a mim, todos os que estais cansados e oprimidos, e eu vos aliviarei.

Mateus 11:28

Resumo

O planejamento e desenvolvimento de urbanização, bem como de áreas para a agricultura, devem considerar as estimativas probabilísticas de chuvas fundamentais, para prever eventos raros ou extremos, que possuem grandes relevâncias climatológicas, hidrológicas e sociais. O presente trabalho teve como objetivo estudar a probabilidade de ocorrência de chuvas extremas, utilizando dados de precipitações locais para região de Inconfidentes – MG. O estudo foi realizado no IFSULDEMINAS –*Campus* Inconfidentes, utilizando os dados coletados na estação fluviométrica instalada nas margens do rio Mogi-Guaçu e que é mantida pela Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Os dados obtidos correspondem aos anos de 1967 a 2015 e foi adotado um método simples de calcular probabilidade de ocorrência de chuva a partir de uma sequência de valores medidos, baseando-se na ordenação decrescente dos valores. A média anual de precipitação para Inconfidentes-MG foi de 1471,6 mm e analisando a série histórica não observa-se tendências de aumento ou redução nas precipitações médias mensais, nem modificação no perfil de distribuição das chuvas ao longo dos anos estudados. Verificou-se que a probabilidade de ocorrência de chuvas extremas para Inconfidentes-MG é variável para cada mês, sendo os eventos mais críticos ocorridos nos meses de janeiro, fevereiro e outubro, com a probabilidade de 4,4%, 2,2% e 6,7%, respectivamente, de ocorrer chuvas com mais de 90 mm diários e menor incidência nos meses de junho e julho com probabilidade de aproximadamente 0%. Sabendo a disponibilidade hídrica, a probabilidade de ocorrência de eventos extremos e o período de retorno pode-se fazer um planejamento otimizado, que auxilie a sociedade local.

Palavras Chave: Precipitação; Anomalia Climática; Enchentes; Período de Retorno.

Abstract

The planning and development of urbanization, as well as areas for agriculture, should consider the probabilistic estimates of fundamental rainfall, to predict rare or extreme events, which are of great climatic, hydrological and social relevance. The present study had the objective of studying the probability of occurrence of extreme rainfall using local precipitation data for Inconfidentes - MG region. The study was conducted at the IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes, using the data collected at the fluviometric station installed on the banks of the Mogi-Guaçu River and maintained by the National Water Agency (ANA) and operated by the Mineral Resources Research Company (CPRM). The data obtained were from 1967 to 2015 and a simple method of calculating probability of occurrence of rain from a sequence of measured values was adopted, based on decreasing order of values. The mean annual rainfall for Inconfidentes-MG was 1471.6 mm and analyzing the historical series did not observe trends of increase or reduction in average rainfall, nor modification in the profile of rainfall distribution over the years studied. It was verified that the probability of occurrence of extreme rains for Inconfidentes-MG is variable for each month, with the most critical events occurring in January, February and October, which showed a probability of 4.4%, 2.2% and 6.7%, respectively, of rainfall with more than 90 mm per day and lower incidence in the months of June and July with probability of approximately 0%. Knowing the water availability, the probability of occurrence of extreme events and the period of return can be made an optimized planning, that helps the local society.

Keywords: Precipitation; Climate Anomaly; Floods; Return Period.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Variabilidade Climática	11
2.2 Probabilidade de ocorrência.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Em função das exigências térmicas e hídricas de um determinado cultivo, uma região pode ser classificada como apta, marginal, ou inapta para implantação de uma cultura, sendo assim, o conhecimento da disponibilidade hídrica regional é uma das bases para elaboração do Zoneamento Agroclimático de uma cultura, podendo indicar as melhores épocas de semeadura para que as plantas estejam menos sujeitas a restrições hídricas durante seu crescimento, alcançando máxima produção com uso consciente dos recursos naturais disponíveis para aquela região.

Porém, não só o conhecimento da distribuição das chuvas, refletido no Balanço Hídrico, é importante para um manejo conservacionista do solo e da água (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2009). É necessário, também, o conhecimento da ocorrência de eventos extremos que não se destacam no Balanço Hídrico Climatológico, mas que causam grandes problemas/tragédias tanto em áreas agrícolas como urbanas. Neste contexto, podem ser destacadas as enchentes ocorridas no início de 2016, em Inconfidentes-MG, que chegaram a desabrigar mais de 300 famílias.

Para a elaboração de um trabalho que apresente informações climáticas concretas e com precisão, há a dificuldade de analisar, organizar e corrigir, se necessários, todos os dados de no mínimo de um período de 30 anos e com esses dados, transformar as informações de utilidade para várias áreas do conhecimento.

Assim, o estudo da Probabilidade de ocorrência de chuvas extremas apresenta grande importância para a região em estudo, tendo em vista não só aptidão

agrícola da região, mas os problemas de caráter urbano, como sistemas de drenagem, que podem ser mais bem projetados/dimensionados com base neste estudo.

Este trabalho teve como objetivo estudar a probabilidade de ocorrência de chuvas extremas utilizando dados históricos de precipitações locais para região de Inconfidentes – MG disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Variabilidade Climática

A Variabilidade Climática pode ser entendida como uma característica natural do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, notados em nível local, regional e global (CONFALONIERI, 2003). No caso do Brasil, a disponibilidade de água depende em grande parte do clima, sendo que o ciclo anual das chuvas e de vazões nas bacias hidrográficas variam, e de fato, a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos de El Niño ou La Niña podem gerar anomalias climáticas, que produzem grandes secas ou chuvas intensas (MARENGO, 2008).

As anomalias climáticas são eventos meteorológicos e climatológicos que fogem dos valores médios, como exemplo a precipitação, que pode ser muito superior ao valor médio ou muito abaixo, gerando uma anomalia que pode causar desde enchentes até grandes períodos de estiagem (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

A precipitação pluvial, ou chuva, é o principal componente do ciclo hidrológico, pois representa a maior entrada de água na bacia hidrográfica. Quando ocorre o aumento dessa precipitação há uma situação crítica, denominada de eventos extremos ou chuvas intensas. A análise dos impactos gerados pelas Chuvas Intensas é de total importância para sociedade, pois determina áreas de riscos para habitação e

agricultura (MELLO; VIOLA, 2013). Também deve-se analisar as chuvas intensas para o planejamento de obras hidráulicas de controle de cheias, drenagem urbana e do solo e abastecimento urbano e/ou rural(MELLO; VIOLA; MELLO, 2007).

2.2 Probabilidade de ocorrência

A estimativa da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como o caso da Precipitação Diária Máxima Anual (PDMA), tem uma forte motivação para seu estudo, pois podem ser potencialmente nocivos à sociedade (JUNQUEIRA JÚNIOR; MELLO; ALVES, 2015).

Para se ter um ótimo planejamento e desenvolvimento de urbanização, assim como de áreas para a agricultura, as estimativas probabilísticas são fundamentais, sendo usadas para prever eventos raros ou extremos, que possuem grande relevância climatológicas, hidrológicas e sociais (SANSIGOLO, 2008).

Eventos Climáticos Extremos ocorrem de muitas maneiras, como enchentes, secas prolongadas, tufões, tornados e ondas de calor. Estes fenômenos naturais não são novidades, pois através de séculos são observados pelo homem, que desenvolveu uma boa percepção da frequência e de ordem em que mais ocorrem no nosso planeta. Mas isto está mudando cada vez mais e a partir da segunda metade do século XX, observou que devido à ação antrópica estes eventos vêm se intensificando e acontecendo com maiores frequências (MARENGO, 2009).

O excesso de precipitação muitas vezes causa alagamentos e deslizamentos de terra e a ausência pode ocasionar longos períodos de seca prejudicando, a agricultura e o abastecimento populacional (ALVARENGA, 2012). De fato, a falta de chuva não só traz problemas à saúde, como doenças respiratórias, como também diminui o volume de águas nos reservatórios responsáveis pelo seu fornecimento, entre outros problemas (ROBALDO, 2016).

Os efeitos devastadores sobre a população que habita zonas urbanas, causados pelas enchentes ocorrem devido ao pouco planejamento e uso incorreto das áreas de ocupação (BRITO; FEITOSA; NASCIMENTO, 2015), que poderiam ser evitados ou corrigidos com o conhecimento do histórico destes eventos para o correto planejamento urbano. A estimativa da probabilidade de ocorrência de precipitações diárias máximas anuais podem ser local, ou seja, utilizando-se a série de dados de uma

única estação, ou regional, fazendo uso dos dados de várias estações de uma região (WESCHENFELDER; PICKBRENNER; PINTO, 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, localizado no município de Inconfidentes - MG. O clima da região, segundo a classificação de Koëppen é do tipo subtropical de inverno seco e verão quente (Cwa), com duas estações definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), com médias anuais de precipitação e temperatura de 1.800 mm e 19 °C, respectivamente (PEREIRA; BALLEIRO; PINTO, 2010).

Foram analisados no trabalho os dados coletados na estação fluviométrica instalada no município de Inconfidentes-MG nas margens do rio Mogi-Guaçu. Esta estação é mantida pela Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Os dados utilizados estão disponíveis no site Hidroweb (<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>) e a estação localizada nas coordenadas geográficas com latitude 22°19'07.1"S e longitude 46°19'17.9"W (Figura 1).

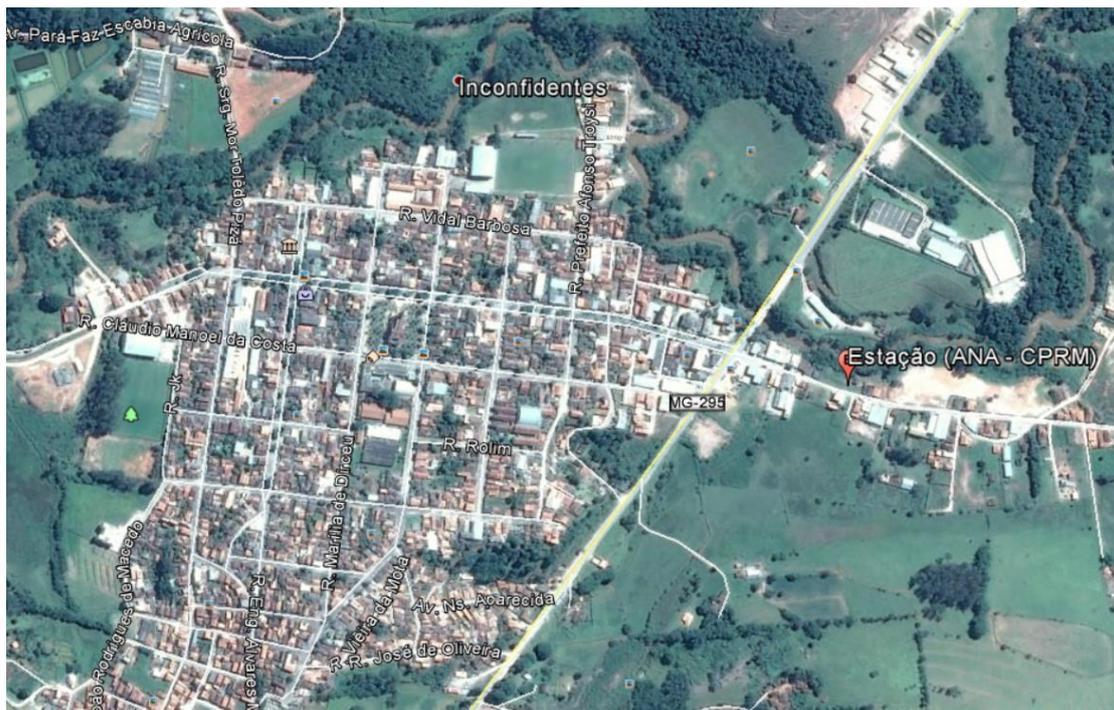


Figura 1. Localização da estação fluviométrica.

Fonte: Google Earth Pro

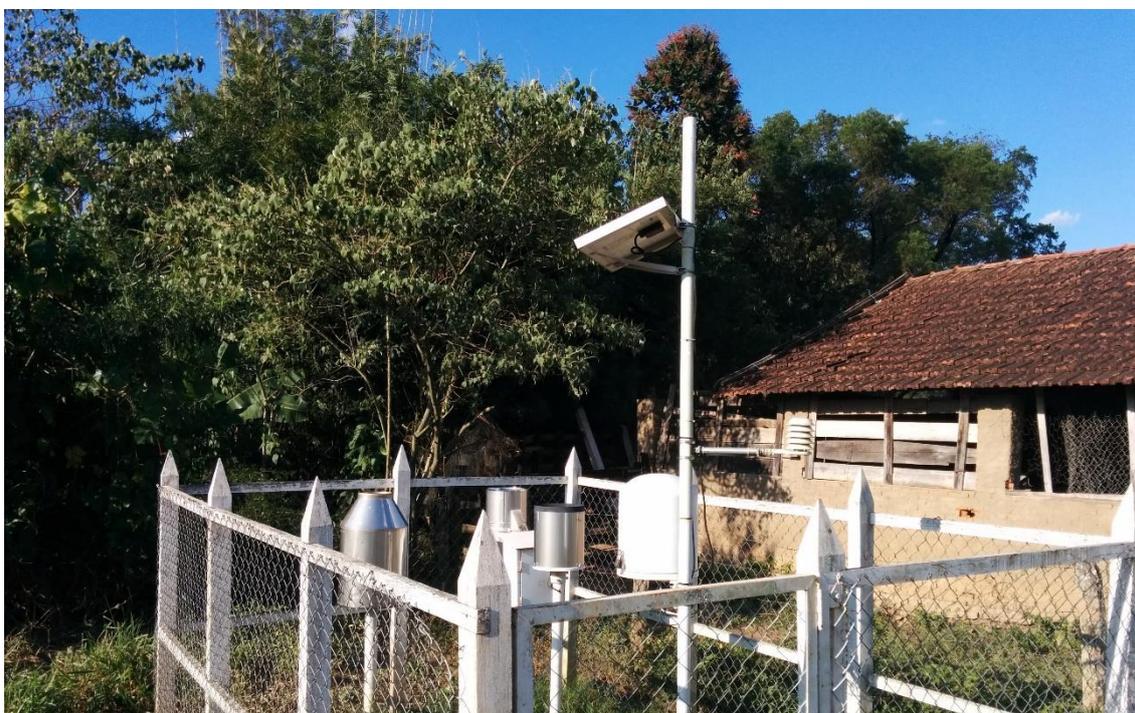


Figura 2. Vista geral da estação fluviométrica.

Fonte: Acervo do autor

Os dados obtidos foram de 1967 a 2015, sendo desconsiderados os anos de 1972, 1991, 1992, 2006 e 2007 por falta de consistência; os 44 anos restantes foram analisados e deixados em conformidades (preenchimento de falhas e ordenação), proporcionando uma série histórica consistente. Com esses dados foi possível obter informações como, máxima diária, média de precipitação mensal e anual e mínima/máxima mensal; que possibilitou a geração dos gráficos.

Com a intenção de observar se a precipitação segue um padrão nos últimos 48 anos houve a divisão de 4 períodos de 12 anos cada, que mostram facilmente as informações em forma de gráfico.

Foi adotado um método simples de calcular a probabilidade de ocorrência de chuvas a partir de uma sequência de valores medidos, baseando-se na ordenação crescente ou decrescente dos valores. Se a ordenação for crescente, a probabilidade corresponderá a um valor igual ou menor que o limite escolhido; se for decrescente, estima-se o inverso. (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Portanto, para saber a probabilidade de ocorrência de chuvas (P) de um valor maior ou menor que um valor crítico, foi ordenada a sequência de dados em ordem decrescente, respectivamente, e divide-se o número de ordem (m) correspondente à posição do valor crítico pelo número total de dados (n) mais 1, como destacado na equação:

$$P = \frac{m}{n + 1} * 100$$

Equação: (1)

Onde:

P: Probabilidade de ocorrência em %

m: Número da ordem

n: Número de dados total

Se na sequência de dados houver ocorrência de valores nulos (ausência de chuva), eles são descartados, anotando-se quantas vezes isto ocorreu (No), fazendo-se

depois a ordenação dos valores restantes. Nesse caso, a probabilidade de ocorrência (P) de um valor crítico será dada pela seguinte relação:

$$P = \left(1 - \frac{N_o}{n}\right) \left(\frac{m}{n+1 - N_o}\right) * 100 .$$

Equação: (2)

Onde:

P: Probabilidade de ocorrência em %

No: Número de valores nulos de precipitação

n: Número de dados total

m: Número da ordem

Uma informação importante quando se trabalha com probabilidade de ocorrência de um elemento meteorológico é o período de retorno ou intervalo médio de recorrência, que é representado pelo símbolo t . Interpreta-se período de retorno como sendo o tempo provável esperado que aquele fenômeno ocorra novamente. Geralmente, calcula-se o período de retorno para valores extremos, ou seja, nos casos de anomalias climáticas que podem causar algum impacto econômico e social, e não para aqueles valores que ocorrem normalmente. Para que a estimativa de t seja a melhor possível, é necessário que se disponha de uma série longa de valores medidos, pois t depende da probabilidade de ocorrência (P) do fenômeno.

Quanto mais frequente o valor crítico analisado, menor será o período de retorno.

Ordenação decrescente:

$$t = 1 / P .$$

Equação:(3)

Onde:

t: Período de retorno, em anos;

P: Probabilidade de ocorrência, em decimal.

Com os valores de probabilidade e período de retorno foram determinados valores críticos de 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm e 90 mm para valores diários e 25 mm, 50 mm, 150 mm, 300 mm e 500 mm para o total mensal, com base nos dados históricos analisados.

Em seguida foram elaboradas 4 tabelas com os valores críticos acima, apresentando as probabilidades e períodos de retornos. As tabelas apresentam os valores em porcentagem de probabilidade de ocorrência máxima diária; o tempo de período de retorno diário em anos; os valores em porcentagem de probabilidade de ocorrência total mensal; o período de retorno total mensal em anos.

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, em primeiro plano, foram as médias, as mínimas e as máximas mensais das chuvas no período de 1967-2015.

A média anual de precipitação para Inconfidentes-MG foi de 1471,6 mm, que não se distanciou dos 1500 mm anuais registrado no banco de dados do site CLIMATE-Data.ORG.

Analisando as médias mensais de chuvas observou-se que Inconfidentes-MG possui meses como dezembro e janeiro com alta taxa de precipitação, chegando a mais de 500 mm e meses como junho e julho onde há escassez de chuvas, chegando até a 0 mm de precipitação mensal.(Figura-03)

A precipitação mínima mostrou que mesmo em anos de déficit de chuvas, janeiro e dezembro chovem quantidades significativas, mas nos meses como abril, junho, julho e agosto podem chegar à zero de precipitação mesmo em anos mais chuvosos.

Por outro lado, houve anos em que dezembro chegou a ter altíssimas precipitações com mais de 500 mm (1986) no total mensal e Janeiros com mais de 466 mm (1989) no total mensal.

A média mensal do mês de dezembro foi de 241,9 mm, sendo observado que em dezembro de 1986 choveu um total de 509 mm, considerado uma anomalia climática, pois choveu mais que o dobro da média para esse período.

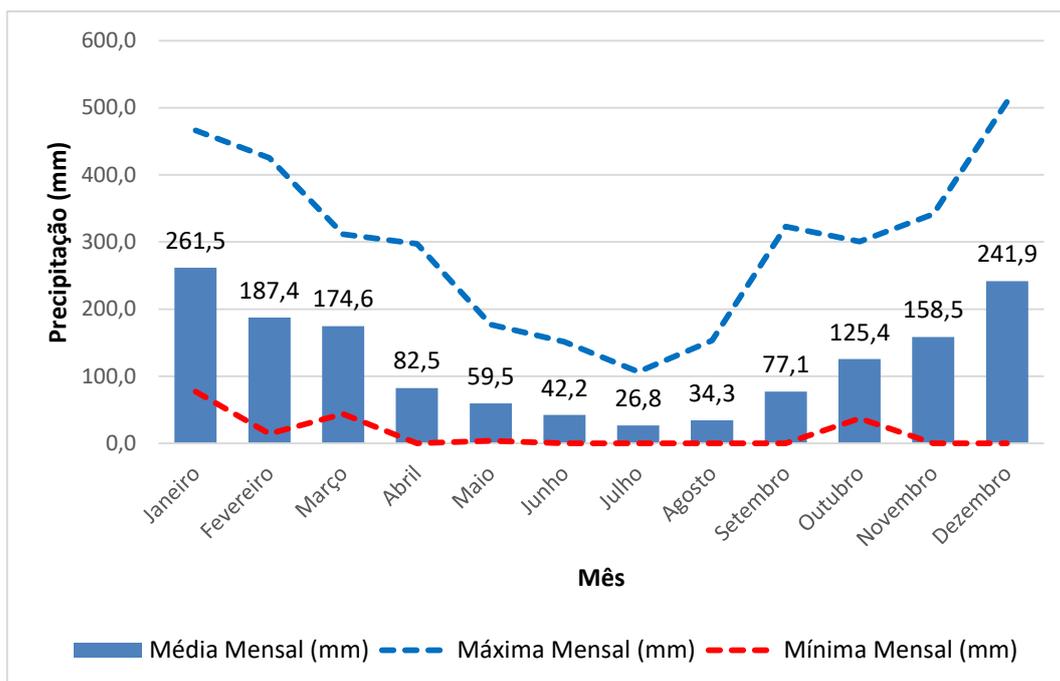


Figura 3. Distribuição média, mínima e máxima mensal das chuvas no período de 1967 – 2015, para Inconfidentes, MG.

Com a divisão de 4 períodos de 12 anos cada, dos 48 anos estudados notou-se que a precipitação segue um padrão no qual tem uma notável presença de janeiros e dezembros chuvosos, e junhos e julho secos; definindo verões úmidos e invernos secos (Figura 4).

Analisando-se os 4 períodos comparativamente não observa-se tendências de aumento ou redução nas precipitações médias mensais, nem modificação no perfil de distribuição das chuvas ao longo dos anos estudados (Figura 4).

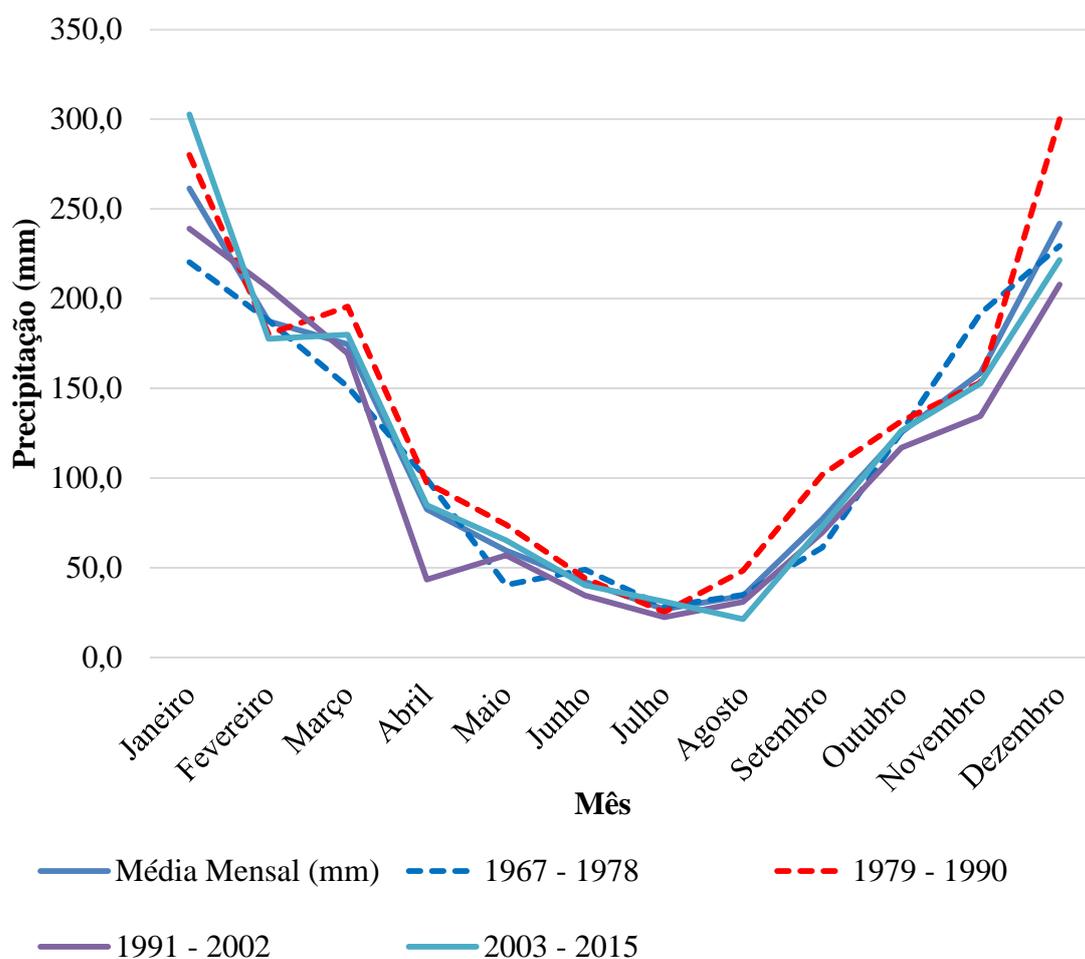


Figura 4. Distribuição média das chuvas mensais no período de 1967 – 2015, dividido em quatro períodos de doze anos para o município de Inconfidentes, MG.

Em relação a análise de probabilidade de ocorrência pode-se observar na Tabela 01 que há a chance de no mês de janeiro, fevereiro e outubro ocorrer chuvas diárias que ultrapassam 90 mm diários. Para os demais meses, eventos dessa magnitude não foram observados no período estudado.

Observando a Tabela 01, verifica-se que todos os meses há uma probabilidade mínima de ocorrer chuvas de até 50 mm diários, com exceção do mês de julho, isto porque no período avaliado, em nenhum mês de julho ocorreu uma precipitação acima de 50 mm.

Destaca-se que a chuva que causou a enchente em janeiro 2016 em Inconfidentes-MG, desabrigando aproximadamente mais de 300 famílias foi de aproximadamente 110 mm diário, segundo os dados coletados pela estação

meteorológica do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Analisando a série de dados estudados não havia sido registrado nem um valor tão alto de precipitação diária para o mês de janeiro.

Tabela 01 - Probabilidade de Ocorrência (%) de precipitação máxima diária acima dos valores críticos estabelecidos.

Precipitação Crítica (mm)	Mês											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
50,0	42,2	26,7	22,2	11,1	4,4	6,7	*0	2,2	6,7	8,9	2,2	33,3
60,0	24,4	11,1	8,9	4,4	2,2	*0	*0	2,2	2,2	8,9	13,3	17,8
70,0	15,6	6,7	6,7	2,2	2,2	*0	*0	*0	2,2	4,4	*0	8,9
80,0	6,7	4,4	2,2	*0	2,2	*0	*0	*0	*0	2,2	*0	6,7
90,0	4,4	2,2	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	2,2	*0	*0

* Dentro do período analisado não houve precipitação desta magnitude.

Observa-se na Tabela 02 os dados de período de retorno, indicando chuvas de alta intensidade diária, consideradas críticas, que ocorrem em um período mínimo de 22 anos para o mês de janeiro e 45 anos para o mês de fevereiro e outubro, considerando uma chuva acima de 90 mm diária. Considerando este mesmo valor de precipitação os demais meses terão um período de retorno acima de 45 anos.

Já para a precipitação acima de 50 mm diária os meses de janeiro e dezembro possuem período de retorno abaixo de 3 anos, demonstrando que essa intensidade de precipitação é muito frequente nestes meses, dando um indicativo da importância das atividades de conservação do solo nestes períodos.

Tabela 02 - Período de retorno (anos) para precipitação máxima diária acima dos valores críticos estabelecidos.

Precipitação Crítica (mm)	Mês											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
50,0	2,4	3,8	4,5	9,0	22,5	15,0	*> 45	45,0	15,0	11,3	4,5	3,0
60,0	4,1	9,0	11,3	22,5	45,0	*> 45	*> 45	45,0	45,0	11,3	7,5	5,6
70,0	6,4	15,0	15,0	45,0	45,0	*> 45	*> 45	*> 45	45,0	22,5	*> 45	11,3
80,0	15,0	22,5	45,0	*> 45	45,0	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	45,0	*> 45	15,0
90,0	22,5	45,0	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	45,0	*> 45	*> 45

* Dentro do período analisado não houve precipitação desta magnitude.

Logo para o total mensal (Tabela 3) observa-se que os meses de dezembro podem ocorrer chuvas com mais de 500 mm mensais e essa intensidade mensal como apresentado na Tabela 04 de período de retorno acontece no mínimo a cada 45 anos.

Tabela 03 - Probabilidade de Ocorrência (%) de precipitação total mensal acima dos valores críticos estabelecidos.

Precipitação Crítica (mm)	Mês											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
25,0	97,8	95,6	97,8	82,2	77,8	53,3	42,2	42,2	77,8	97,8	95,6	95,6
50,0	97,8	93,3	95,6	68,9	48,9	35,6	20	28,9	62,2	86,7	95,6	95,6
150,0	86,7	62,2	57,8	17,8	4,4	2,2	*0	2,2	6,7	33,3	55,6	80
300,0	33,3	8,9	2,2	*0	*0	*0	*0	*0	2,2	2,2	4,4	28,9
500,0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	*0	2,2

* Dentro do período analisado não houve precipitação desta magnitude.

Tabela 04 - Período de retorno para precipitação total mensal acima dos valores críticos estabelecidos.

Precipitação Crítica (mm)	Mês											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
25,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,9	2,4	2,4	1,3	1,0	1,0	1,0
50,0	1,0	1,1	1,0	1,5	2,0	2,8	5,0	3,5	1,6	1,2	1,0	1,0
150,0	1,2	1,6	1,7	5,6	22,5	45,0	*> 45	45,0	15,0	3,0	1,8	1,3
300,0	3,0	11,3	45,0	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	45,0	45,0	22,5	3,5
500,0	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*> 45	*>45

* Dentro do período analisado não houve precipitação desta magnitude.

As tabelas 03 e 04 acima apresentam de maneira fácil à consulta de informações que podem servir para saber quais meses que mais possuem chances de secas ou que podem ter alta taxa de precipitação e de quanto em quanto tempo podem ocorrer tais eventos novamente.

Determinando-se a disponibilidade hídrica, agricultores, engenheiros, responsáveis por gestão de cidades entre outros, podem fazer suas plantações ou projetos baseados na probabilidade de ocorrência de chuvas, tendo noção de quanto, obras como barragens ou represas como exemplo, podem suportar, ou se para aquele

ano haverá disponibilidade hídrica para determinada cultura agrícola, ou haverá chance de ocorrer uma enchente, podendo prevenir desastres.

De forma geral quase todos os meses, exceto no período de inverno, possuem disponibilidade hídrica de no mínimo 150 mm com um período de retorno inferior a 1 ou 2 anos, confirmando que esta precipitação tem uma grande frequência de ocorrência e pode ser considerada com um nível de segurança para atividades em geral.

5. CONCLUSÃO

A probabilidade de ocorrência de chuvas extremas no município de Inconfidentes é variável para cada mês. Embora meses como janeiro, fevereiro e outubro, sejam mais críticos com a probabilidade de 4,4%, 2,2% e 6,7%, respectivamente para ocorrência de chuvas com mais de 90 mm diários e menor incidência nos meses de junho e julho com probabilidade de aproximadamente 0%.

Inconfidentes-MG possui alta disponibilidade hídrica, com maior volume de chuvas concentrado no período de verão, sendo uma região apta a várias culturas agrícolas.

Determinando a disponibilidade hídrica, a probabilidade de ocorrência de eventos extremos e o período de retorno pode-se fazer um planejamento otimizado, que auxilie a sociedade local.

6. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Livia Alves. Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Agrogeoambiental**, Minas Gerais, v. 4, n. 2, p.01-07, ago. 2012.

BRITO, John Handerson do Nascimento; FEITOZA, Denise Magalhães Azevedo; NASCIMENTO, Nilson da Silva. EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NO JUAZEIRO DO NORTE. In: 2 WORKSHOP INTERNACIONAL, 2., 2015, Município de Barbalha – Ce. **Artigo de Congresso**. Município de Barbalha – Ce: Centec, 2015. p. 1 - 8.

CONFALONIERI, Ulisses E. C.. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p.193-204, jul. 2003.

JUNQUEIRA JÚNIOR, José A.; MELLO, Carlos R. de; ALVES, Geovane J.. Eventos extremos de precipitação no Alto Rio Grande, MG: Análise probabilística. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p.301-308, mar. 2015.

MARENGO, José A.. **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: Fbds, 2009.

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p.83-96, 2008.

MELLO, Carlos Rogério de; VIOLA, Marcelo Ribeiro. Mapeamento de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p.37-44, fev. 2013.

MELLO, Carlos Rogério de; VIOLA, Marcelo Ribeiro; MELLO, José Marcio de. Continuidade espacial de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.532-539, fev. 2007.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. ESALQ, Departamento de Ciências Exatas. Piracicaba, SP. 2007. 192 p.

PEREIRA, M. W. M.; BALIEIRO, K. R. de C.; PINTO, L. V. A. **Avaliação da produtividade e adaptabilidade de acessos de amendoim forrageiro para potencial formação/consorciação de pastagens mais sustentáveis no sul de Minas Gerais**. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2010. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/XI-006.pdf>>. Acesso em: 27 de Janeiro de 2016.

ROBALDO, José Carlos de O.. **As catástrofes causadas pelas chuvas nas cidades**. Disponível em: <<http://www.douradosagora.com.br/noticias/entretenimento/as-catastrofes-causadas-pelas-chuvas-nas-cidades-jose-carlos-de-o-robaldo>>. Acesso em: 15 maio 2016.

SANSIGOLO, Clóvis Angeli. DISTRIBUIÇÕES DE EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA, TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA E VELOCIDADE DO VENTO EM PIRACICABA, SP (1917-2006). **Revista Brasileira de Meteorologia**, Piracicaba, v. 23, n. 3, p.341-346, mar. 2008.

SANTOS, Glenio G.; GRIEBELER, Nori P.; OLIVEIRA, Luiz F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 14, n. 2, p.115-123, set. 2009.

WESCHENFELDER, Adriana Burin; PICKBRENNER, Karine; PINTO, Eber José de Andrade. ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA E A CLASSIFICAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS NA REGIÃO DA LAGUNA DOS PATOS (SUB-BACIA 87). In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Artigo de Congresso**. Maceió: Abril, 2011. p. 01 – 20.